

## Verwendung von vorsortierten Kunststoffabfällen und Verfahren zum Herstellen eines Granulats als Filter für die Reinigung von Abwasser

Die Erfindung betrifft die ökologisch sinnvolle Verwendung von vorsortierten Kunststoffabfällen und ein Verfahren zum Herstellen eines Granulats als Filter für die Reinigung von Abwasser.

Die Verwendung von Kunststoffabfällen, insbesondere auch solche, die vorsortiert und/oder gereinigt sind, ist im Stand der Technik bekannt, ebenso wie verschiedene Verfahren zum Herstellen eines Granulats aus sortenreinem Kunststoff als Filter für die Reinigung von Abwasser. Große Anteile von Kunststoffabfällen, insbesondere auch Haushaltsverpackungen werden stofflich bekanntermaßen recycelt. Die Deutsche Gesellschaft für Kunststoffrecycling GmbH, kurz DKR genannt, hat eine entsprechende Aufsplittung dieser verschiedenen Kunststoffmaterialien vorgenommen. Es gibt eine Folienfraktion, eine Kunststoffflaschenfraktion, eine EPS-Fraktion, eine Becherfraktion und eine Mischkunststofffraktion. Reste werden thermisch verwertet, z.B. durch Energiegewinnung per Verbrennung. So präsentierte das DSD schon 1997 eine Verwertungsquote von 86 %, wie es in der Zeitung "DIE WELT"

vom 05.02.1999 zitiert wird. Aber auch das DSD-DKR-System präsentiert sich mehr und mehr markt- und wirtschaftsorientiert. Gibt es z.Z. noch Zuschussquoten von DM 500,00/mt für die im DSD-Bereich zertifizierten Aufbereiter, so wird sich dieses in den nächsten Jahren wohl ändern.

Natürlich sind große Firmengruppen mit enormem Aufwand in der Lage, die qualitativen Wünsche einiger, begrenzter Kunden u.a. auch im Ausland zu erfüllen. Trotzdem bleibt der Markt für das DSD-Material begrenzt. Grund allein sind z.B. Probleme mit der Sortenreinheit, gewisse Geruchsfragmente und die Schwierigkeit der gleichbleibenden technischen Spezifikation.

Es besteht also Bedarf, mit möglichst wenig Aufwand, ein einfaches und ökologisch sinnvolles Produkt herzustellen, ausgehend von einem Basisrohstoff, der kontinuierlich verfügbar ist und anders wie bei Rohren oder Flanschen, welche aus dem DSD-Granulat hergestellt werden können, nur geringe Anforderungen an die Qualität stellt.

Aus der WO 94/26086 sind ferner Kunststoffgranulate bekannt, die aus polymeren Materialien hergestellt werden, welche nicht homogen durch einen Extruder extrudiert werden, und in Wasserbehandlungsanlagen zur Reinigung von Siel und Abwasser eingesetzt werden. Selbstverständlich sind die nach diesem besonderen Verfahren eingesetzten Kunststoffausgangsprodukte relativ teuer, weshalb ihr industrieller Einsatz außerhalb Großbritanniens in größerem Maßstabe bisher nicht stattgefunden hat.

Im Gegenzug zu diesen hochqualifizierten Kunststoffen versucht die Erfindung Abhilfe zu schaffen, indem sie für Kunststoffabfälle, und insbesondere solche, die aus dem dualen System Deutschland bzw. Europa stammen, einen neuen Verwendungszweck erschließt.

Es ist Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren auf Basis dieser Abfälle zum Herstellen eines Granulats als Filter für die Reinigung von Abwasser vorzusehen, das in besonders einfacher und schneller Weise ein preiswertes Endprodukt zur Verfügung stellt.

Die erfindungsgemäßen Verfahrensstufen sind wie folgt:

- a) Beschaffung und Bereitstellung dieses Kunststoffabfalls, insbesondere solchem aus den Flaschenfraktion des Dualen Systems Deutschland DER GRÜNE PUNKT,
- b) Säubern und Häckseln dieses Kunststoffabfalls und anschließender Trocknung,
- c) Erwärmen desselben bei ca. 280° bis zum geschmolzenen Zustand,
- d) Extrudieren, insbesondere bei degressiven Temperaturen, desselben über einen Schnecken- oder Kaskadenextruder, insbesondere mit einer Drehzahl von 260 bis 300 U/min. und einem Massendruck von 130 bis 150 kp/cm<sup>2</sup>,
- e) Abkühlen der Schmelze und Schneiden und/oder Absieben des Granulats in der gewünschten Länge.

Überraschenderweise hat sich also gezeigt, dass man tatsächlich vorsortierten Kunststoffabfall, wie er beim DSD als Abfallprodukt auftritt, nicht nur als Recyclingprodukt, sondern auch ein daraus hergestelltes Granulat als Filter zum Reinigen von Abwasser verwenden kann. Dieses ist eine besonders ökologische Verwertung, welche einen äußerst preiswerten Ausgangsstoff bietet. Bisher haben die Fachleute an ein solches im Kreislauf arbeitendens System auf Basis regelmäßig verfügbarer DSD-Granulate nicht gedacht, da scheinbar das erfindungsgemäße Prinzip "mit Abfall Abfall (Abwasser) reinigen" eine erhebliche Hemmschwelle beinhaltet.

Während ein Kaskadenextruder erfindungsgemäß ohne Peroxid arbeitet, ist es in verfahrensgemäßer Hinsicht vorteilhaft, dass im Schneckenextruder dem DSD-Basisprodukt eine geringe Menge an Peroxid zur Vernetzung hinzugefügt wird,

wobei ein homogenes Endprodukt entsteht. Vorteilhafterweise werden hierzu nur ca. 10 bis 20 und insbesondere 15 Gew.-% des DSD-Kunststoffabfallmaterials mit dem Peroxidadditiv, z.B. Dicumylperoxid 40%ig in PE, oder peroxidhaltigen Abfällen, insbesondere gehäckselte oder gemahlene Fußbodenheizungsrohre, vermischt, um eine möglichst große Oberfläche des Granulats zu erzielen, wodurch die Ansiedlung von Mikroorganismen möglich und die Langlebigkeit des Granulats erhöht wird.

Die degressive Temperaturlösung sorgt in Zusammenwirkung mit dem Peroxid für eine beständige, möglichst große Oberfläche des Granulats, welche eine Ansiedlung von Mikroorganismen ermöglicht. Das Peroxid hat weiter den Vorteil, dass es sich hier mit der Langlebigkeit um ein System handelt, welches nach Reinigung praktisch immer wieder verwendbar ist.

Im Folgenden wird ein bevorzugtes Beispiel der erfindungsgemäßen Verfahrensweise näher erläutert:

- Mischung im Mischsilo vorbereiten
  - ca. 85 Gew.-% DSD Material gesäubertes und getrocknetes Flaschenmahlgut
  - ca. 15 Gew.-% PE Compound (enthält ca. 2% Peroxid)

**Alternativ:**

ca. 15 Gew.-% PE Mahlgut aus Fußbodenheizungsrohren (Vermerk: bei Kaskadenextrudern ist keine 15 Gew.-% Zumischung notwendig)/(unter Kaskadenextrudern versteht man zwei miteinander verbundene Extruder).

- Aufheizen des Extruders
- Anfahren des Extruders mit Justierung der Heizzonen (degressiv von 270°C / Schmelzen des eingegebenen Flaschen-Mahlgutes - 200°C

fallend) sowie der Schneidwerkzeuge zur Regulierung der Granulatgröße;

- Entgasung anstellen (bei Kaskadenextrudern eventuell doppelte Entgasung notwendig);
- Zugabe von 1 % schwarzem Masterbatch (d.h. einen Farbzusatz über die Dosieranlage, Farbe ist eigentlich nicht notwendig, verbessert aber Optik/Eindruck);
- Einstellen der Schneckendrehzahl, individuell je nach Extrudertype meist bei 300 U/min.;
- entsprechend wird ein Massedruck von ca. 130 kg/cm<sup>2</sup> erreicht;
- Extrudieren der Mischung über den Extruder über ein 400µ Sieb;
- Extrudieren durch eine 2,5 mm Lochplatte. Andere Größen sind für den Fachmann denkbar;
- Abkühlung der Granulate über einem Wasserbad;
- Schneiden und Absieben der Über- und Untergrößen der Granulate;
- Absaugen in ein Lagersilo;
- Abfüllen vom Lagersilo in z.B. Beutel von 1200 Kg;
- Abstellen des Beutels auf eine Holzplatte.

Die Flaschenfraktion des DSD wurde anhand von verschiedenen Proben untersucht, deren Ergebnisse nachfolgend dargestellt werden:

Kunststoffflaschen		
Spezifikation	Reinheit	Störstoffe
Flaschen ≤ 5 Liter Volumeninhalt (z.B. Shampooflaschen, Waschmittelflaschen, Haushaltsreiniger)	min. 94 % lt. Spezifikation  max. 3 % Störstoffe  max. 3 & andere Kunststoffverpackungen	- Metall  - Glas  - Papier  - Fremdmaterialien wie: Gummi, Textilien, Holz, Steine  - Verbundmaterialien wie: Kunststoff-Aluminium, Getränkekartons usw.)  - Nichtverpackungen aus Kunststoff (Sondervereinbarungen bleiben vorbehalten)

1. Muster - Regranulat aus DSD-Flaschenfraktion (grüngraues Granulat)			
Analysenwerte	Prüfung auf	Prüfverfahren	Prüfergebnis
	PVC	RFA	< 0,05 %
	Polyamide	Ammonsäureextrakt/IR	nicht nachweisbar
	Polystyrol, ABS, Polycarbonat, Weichmacher, Wachs, etc.	Chloroformextrakt/IR	1,44 %
	Füllstoffe, Glasfasern, anorganische Begleitstoffe	Glührückstand bei 550 °C (DIN 53 568)	0,92 %
Bemerkungen	Der Chloroformextrakt besteht überwiegend aus einem aliphatischen Karbonsäureester. Thermoplastische Verunreinigungen, wie Polystyrol, ABS, Polycarbonat, etc. konnten nicht nachgewiesen werden.		
Zusammenfassung	Der Extraktionsrückstand besteht aus einem Gemisch aus Polyethylen (Hauptkomponente) und deutlichen Mengen Polypropylen. Verunreinigungen sind IR-spektrometrisch nicht nachweisbar.		
Zusammenfassung	Nach Berücksichtigung der unter 5. bestimmten Verunreinigungen ergibt sich ein Gehalt an Polyolefinen (PE/PP) in Muster A von ≥ 97 %.		

2. Muster - Mahlgut aus DSD-Fleschenfaktion eines weiteren Herstellers			
Analysenwerte	Prüfung auf	Prüfverfahren	Prüfergebnis
	PVC	RFA	< 0,05 %
	Polyamide	Ameisensäureextrakt/IR	nicht nachweisbar
	Polystyrol, ABS, Polycarbonat, Weichmacher, Wachs, etc.	Chloroformextrakt/IR	1,14 %
	Füllstoffe, Glasfasern, anorganische Begleitstoffe	Glohrückstand bei 550 °C (DIN 53 568)	1,03 %
Bemerkungen	<p>Der Chloroformextrakt besteht überwiegend aus einem aliphatischen Karbonsäureester. Thermoplastische Verunreinigungen, wie Polystyrol, ABS, Polycarbonat, etc. konnten nicht nachgewiesen werden.</p> <p>Der Extraktionsrückstand besteht aus einem Gemisch aus Polyethylen (Hauptkomponente) und deutlichen Mengen Polypropylen. Verunreinigungen sind IR-spektrometrisch nicht nachweisbar.</p>		
Zusammenfassung	<p>Nach Berücksichtigung der unter 5. bestimmten Verunreinigungen ergibt sich ein Gehalt an Polyolefinen (PE/PP) in Muster A von ≥ 97 %.</p>		

Das erfindungsgemäße Verfahren zeigt also, dass nicht für jeden Einsatz, und gerade nicht für den als Filter, der eingesetzte Kunststoff steril und neu sein muss, vielmehr lassen sich die beschriebenen und beanspruchten Produkte hierzu einsetzen.

Neben der beschriebenen Möglichkeit insbesondere Kunststoffabfälle aus der Flaschenfraktion einzusetzen, ist es auch möglich, Mischkunststoffe zu verwenden.

Sollte es auf Grund von Dichteschwankungen der Mischkunststoffe Probleme geben, können solche Dichteschwankungen durch Zugabe von Füllstoffen, wie z.B. Kreide, kompensiert werden, so dass die entstehenden Granulatkörper stets die gewünschte Dichte aufweisen und im Wasser schweben können.

Ferner schließt die Erfindung die Möglichkeit ein, nicht nur das Granulat als Filtersubstrat bereitzustellen, sondern auch als Träger (carrier) für Mikroorganismen, mittels denen dann eine Flüssigkeit in der gewünschten Weise behandelt werden kann, wenn die Granulate zusammen mit den Mikroorganismen z.B. in einer Wasserbehandlungseinrichtung angesiedelt werden.

### Ansprüche

1. Verwendung von vorsortierten, gesäuberten Kunststoffabfällen, weitestgehend bestehend aus Polyethylen und/oder Polypropylen zur Herstellung eines Granulats, welches als Filter zum Reinigen von Abwasser eingesetzt wird.
2. Verwendung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat eine Korngröße aufweist, die in dem Bereich zwischen 0,5 und 5 mm liegt.
3. Verwendung nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Korngröße etwa 3 bis 4 mm beträgt.
4. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat eine im Wesentlichen zylindrische Form aufweist, mit einem Zylinderdurchmesser von etwa 1 bis 5 mm und einer Zylinderlänge von etwa 1 bis 5 mm.
5. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat eine strukturierte Oberfläche aufweist.
6. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat die Form einer Hülse aufweist.
7. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat eine sehr hohe spezifische Oberfläche aufweist, die im Bereich von mehr als 1 cm<sup>2</sup>, vorzugsweise mehr als 2 cm<sup>2</sup> pro Granulatteilchen liegt.
8. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass die vorsortierten Kunststoffabfälle im Wesentlichen

aus Altkunststoffflaschen, weitestgehend aus Polyethylen und Polypropylen, hergestellt werden.

9. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffabfälle ein Gemisch von mindestens zwei polymeren Materialien darstellen, die ein homogenes Gemisch bilden,

10. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Granulatteilchen eine Dichte von etwa 0,700 bis 0,980 g/cm<sup>3</sup>, vorzugsweise 0,890 bis 0,940 g/cm<sup>3</sup> aufweisen.

11. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugfestigkeit der Granulatteilchen etwa im Bereich von 15 bis 70 MPa liegt und die Granulatteilchen sich bei einer Zugbeanspruchung um etwa 5 bis 20 % ihrer Ausgangsgröße dehnen.

12. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat ein Elastizitätsmodul von etwa 650 bis 1500 MPa, vorzugsweise etwa 900 bis 980 MPa aufweist.

13. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Granulate eine linsenförmige Partikelform aufweisen.

14. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat Hohlräume aufweist, deren gesamtes Volumen weniger als 10 % des Gesamtvolumens der Granulatteilchen beträgt.

15. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Polypropylenanteil im Granulat wenigstens 5 %, vorzugsweise etwa 10 bis 20 % beträgt.

16. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass den vorsortierten Kunststoffabfällen ein Zusatz von  
etwa 0,01 bis 5 Gew.-% eines Peroxids, bezogen auf das Gesamtgewicht des  
Kunststoffs zugesetzt wird.

17. Verwendung nach Anspruch 16,  
gekennzeichnet durch einen Zusatz von etwa 0,1 bis 0,5 Gew.-% eines Peroxids,  
bezogen auf das Gesamtgewicht des Kunststoffs.

18. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffabfälle, aus denen das Granulat  
hergestellt wird, gesäubert sind.

19. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass das zugegebene Peroxid in gemahlener Form zu-  
gesetzt wird.

20. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffabfälle, aus denen das Granulat  
hergestellt wird, eine Vielzahl von Mischkunststoffen enthalten.

21. Verfahren zum Herstellen eines Granulats, das als Filter für die Reinigung  
von Abwässern geeignet ist, mit folgenden Stufen:

- a) Beschaffung und Bereitstellung von vorsortierten Kunststoffabfällen,  
insbesondere solchen aus dem Dualen System Deutschland DER GRÜNE  
PUNKT,
- b) Säubern, Häckseln und Trocknen dieses Kunststoffabfalls,
- c) Erwärmen desselben bis zum geschmolzenen Zustand,
- d) Extrudieren desselben durch einen Schnecken- oder Kaskadenextruder,
- e) Abkühlen der Schmelze und Schneiden des Granulats in der gewünschten  
Länge.

22. Verfahren nach Anspruch 21,  
dadurch gekennzeichnet, dass vor der Stufe e) eine Zugabe von 0,1 bis 0,5 Gew.-% Peroxid oder peroxidhaltiger Abfälle am Extruderkopf erfolgt.
23. Verfahren nach Anspruch 22,  
dadurch gekennzeichnet, dass lediglich 10 bis 20 Gew.-% des Kunststoffabfalls mit 1 bis 3 Gew.-% Peroxid versetzt und dann mit 80 bis 90 Gew.-% des Ausgangsmaterials an Kunststoffabfall homogenisiert werden.
24. Verfahren nach Anspruch 23,  
dadurch gekennzeichnet, dass 15 Gew.-% des Kunststoffabfalls mit 1 bis 3 Gew.-% Peroxid versetzt und 85 Gew.-% des Ausgangsmaterials an Kunststoffabfall versetzt und homogenisiert werden.
25. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur im Extruder degressiv eingestellt wird, nämlich am Einlass im Bereich von 250 bis 300° C und am Extruderkopf 180 bis 200° C.
26. Verfahren nach Anspruch 21,  
dadurch gekennzeichnet, dass ein Kaskadenextruder mit 400 mm Sieb und 2,5 mm Lochplatte eingesetzt wird.
27. Granulat, welches als Filter zum Reinigen von Abwasser eingesetzt wird, hergestellt aus vorsortierten Kunststoffabfällen, die eine Vielzahl von Mischkunststoffen enthalten, wobei die Dichte des Granulats etwa im Bereich von 0,70 bis 0,980 g/cm<sup>3</sup>, vorzugsweise im Bereich von 0,890 bis 0,940 g/cm<sup>3</sup> liegt.
28. Granulat nach einem der vorhergehenden Ansprüche.